采用 TSOT23-6 封装的 ZCC2458 600mA、低纹波、高效同步降压转换器

Check for Samples: ZCC2458

特性

- 宽输入电压范围：4V 至 48V，耐压 60V
  ——芯片启动时，输入电压大于 4.3V
- 输出电压范围：1.5-45V
  ——提供可调的输出电压选项
- 工作结温范围：-40℃—150℃
- 高达 99%的效率（输入输出低压差情况下）
- 至少 600mA 带载能力
- SKIP 模式提供极高的轻负载效率
- 支持大负载电容启动
- 安全、可靠运行 特性
  ——集成软启动
  ——过热和过流保护
  ——输出短路保护
- 超小型方案尺寸
  ——小型 TSOT23-6 封装
  ——小型 22uH 电感
  ——具有内部补偿，极大减少了外部组件数量
  ——集成软启动
  ——与 10uF 最小输出电容器配合使用
- 在整个负载范围内具有高效率和低功率耗散：
  ——峰值效率为 93.89%(输入电压 12V 和 输出电压 5V 固定)
  ——峰值效率为 97.30%(输入电压 24V 和 输出电压 12V 固定)

说明

ZCC2458 是小型带内部开关的 48V、0.6A 降压 DC/DC 稳压器，具备 SKIP 控制模式，将低静态电流与高开关频率相结合，输出电压可在较宽输出电压范围内通过电阻式分压器进行单独调整，可在极小直至空载条件下实现最高效率，同时具有良好的 EMI 性能。

ZCC2458 具有 4.3V-48V 的宽输入电压范围，从而最大限度地减少对外部浪涌抑制组件的需求。使其成为宽输入电源范围工业和多节数电池组应用的理想选择。
ZCC2458 具有集成式低至 0.5Ω高侧功率 MOSFET 导通电阻,可提供至少 0.6A 的输出电流能力，并具有出色的负载和线路瞬态响应。

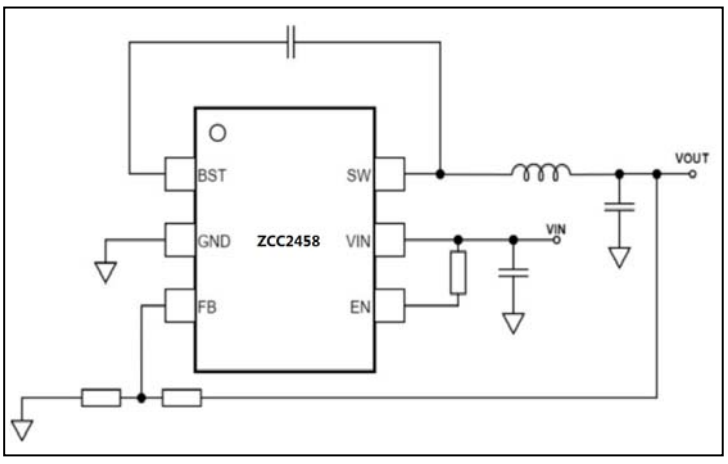
器件信息

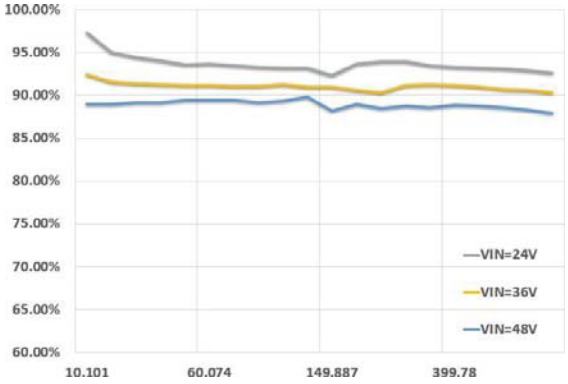
器件型号	封装	封装尺寸（标称值）
ZCC2458	TSOT23-6	3.0mm x 3.0mm

应用

- 系统的前置稳压器（跟踪和远程信息处理、IP 网络摄像头）
- 电池备用电源（电表、数据集中器）
- 热电器件电源（TEC、光纤模块）
- 通用电压稳定器和降压转换器

典型应用拓扑





Efficiency（%） VOUT=12V

历史修订记录 (†)

Rev.A V1.0 Sept.2021	页码
※ A 版初始。本手册相关参数仅对 A 版相关指标描述和承认	ALL

† NOTE:以前版本的页码可能与当前版本的页码不同。

无锡市至诚微电子
www.zcc-china.cn

绝对最大值 (†)

表 2.1

参数	范围
引脚至 GND 电压（VIN,SW）	-0.3V~60V
引脚至 GND 电压（BST）	-0.3V~SW+6V
引脚至 GND 电压（FB,EN）	-0.3~6V
储存温度范围	-65℃ to 150℃
工作温度范围	-40℃ to 125℃
ESD 额定值（HBM）	±2KV
ESD 额定值（CDM）	±1KV

† 注： 如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能引起器件永久性损坏。这仅是极限参数，不建议器件在极限值或超过极限值的条件下工作。器件长时间工作在极限条件下可能会影响其可靠性。

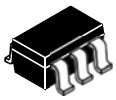
ESD 警告

ESD(静电放电）敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量 ESD 时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的 ESD 防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

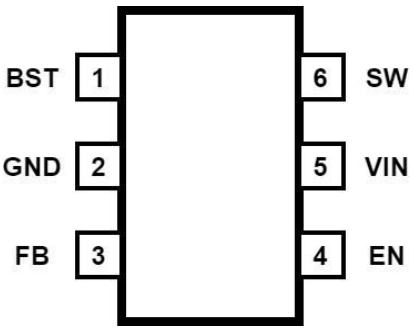
引脚排列

图2 引脚排列



TSOT23-6 Package

PACKAGE REFERENCE



Top View

T_{MAX}=125℃,θ_{JA}=173℃/W

封装与引脚排列

表 2.2 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	BST	自举电路引脚。把高侧 MOSFET 的 Gate 端电压升高，需要在该引脚和 SW 之间连接 0.1uF 电容器。
2	GND	功率地引脚
3	FB	反馈输入引脚。通过外部电阻分压，将输出端的电压波动反馈回 IC，同时通过电阻分压比设置输出电压值。
4	EN	输出使能引脚，置高使能输出；置低关闭输出 (1)。
5	VIN	电源输入引脚。在该引脚和 GND 之间连接 4.7μF 或更大的旁路电容进行滤波 (2)。
6	SW	内部功率开关节点。外部连接功率电感、肖特基二极管、和 CBST 电容。

(1) 提供的典型应用图及解决方案均将 EN 引脚通过 1M 电阻连接到 VIN 进行上拉，不建议将此引脚空接

(2) 注意滤波电容的滤波半径，方便起见，可以尽量将电容靠近芯片放置。

技术规格

除非有特殊说明，否则极限值适用于-40℃至+125℃的工作结温度（TJ）范围。最小和最大限值通过试验，验证和统计相关性规定。VIN=24V,VOUT=12V,25℃

表 1

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性（VIN PIN）						
V_{IN_R}	最小输入电压（rising）	上升阈值		4.3		V
V_{IN_F}	最小输入电压（falling）	下降阈值		4		V
V_{IN_MAX}	最大输入电压			48		V
I_Q	静态工作电流	No Switch		200		uA
I_{SD}	关机电流	EN=0		1		uA
使能特性（EN PIN）						
V_{EN_R}	EN 上升阈值	TJ= 25℃	1.6			V
V_{EN_F}	EN 下降阈值				0.6	V
I_{LKG_EN}	EN 输入漏电电流	VEN=6V			100	nA
电流特性（CURRENT LIMIT）						
I_{SC_HS}	高侧 MOSFET 电流限制				1.3	A
I_{ZC}	过零检测	DCM 模式，轻载		90		mA
I_{SW}	SW 的漏电电流				50	uA
MOS 管特性（MOSFETS）						
R_{dson_HS}	高侧 MOS 管导通电阻			500		mΩ
R_{dson_LS}	低侧 MOS 管导通电阻			500		mΩ
I_{FB}	FB 漏电电流	VOUT=12V，FB=0.8V				
软启动过程						
T_{SS}	第一次 SW 脉冲到 VOUT GD	VIN>4.3V		0.6		ms
开关特性						
T_{ON_MIN}	高侧 MOS 最小导通时间	VIN=48V,VOUT=		100		ns
系统特性						
I_{SUPPLY}	待机输入电流	V_{IN}=24V,V_{OUT}=12V,I_{OUT}=0A		180		uA
D_{MAX}	最大开关占空比				99	%
热阻系数						
θ_{JA}	硅核到周围空气的热阻系数	0 LFPM Air Flow		173		℃/W
θ_{JB}	硅核到 PCB 板表面的热阻系数			33.2		℃/W
θ_{JCtop}	硅核到封装上表面的热阻系数			116		℃/W
Ψ_{JB}	硅核到 PCB 板表面的热阻系数			30		℃/W

功能框图

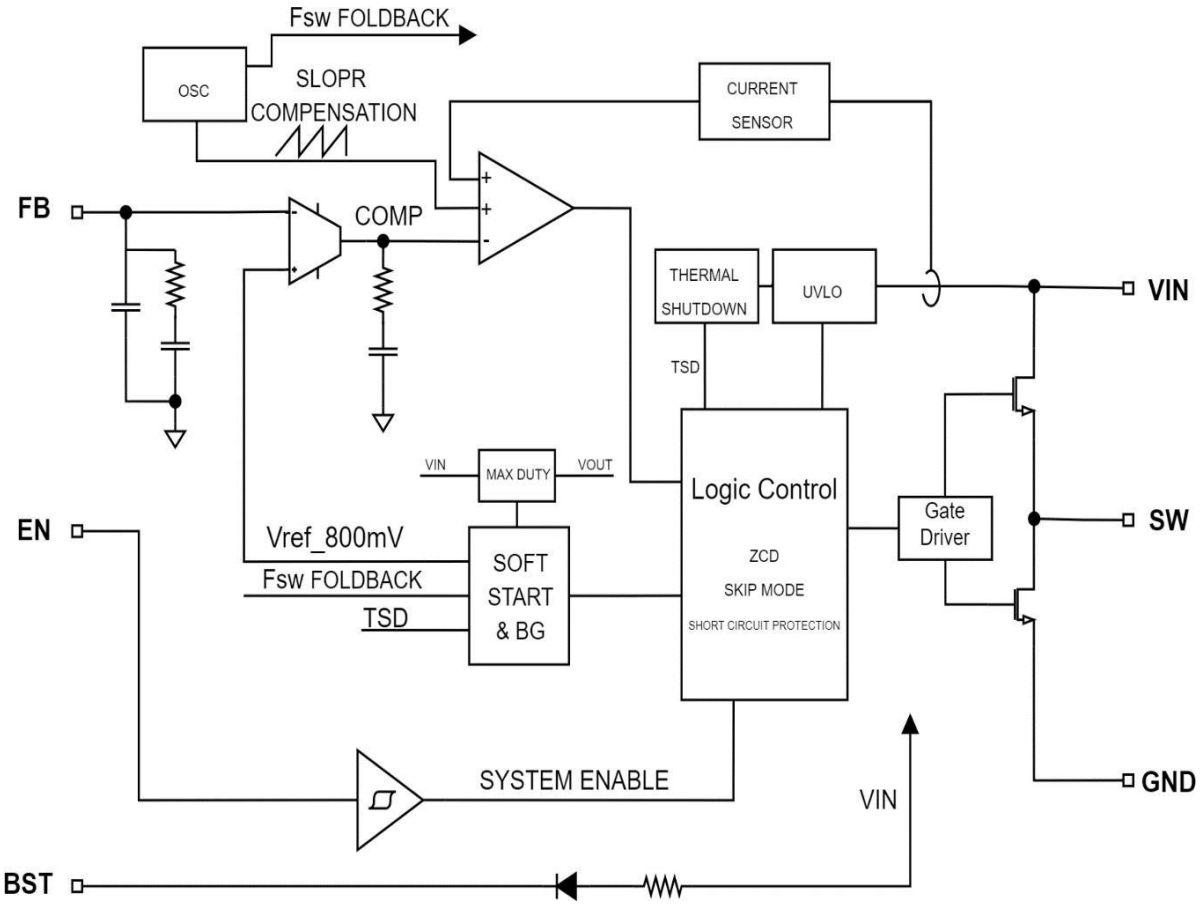


图 4　内部功能框图

典型应用

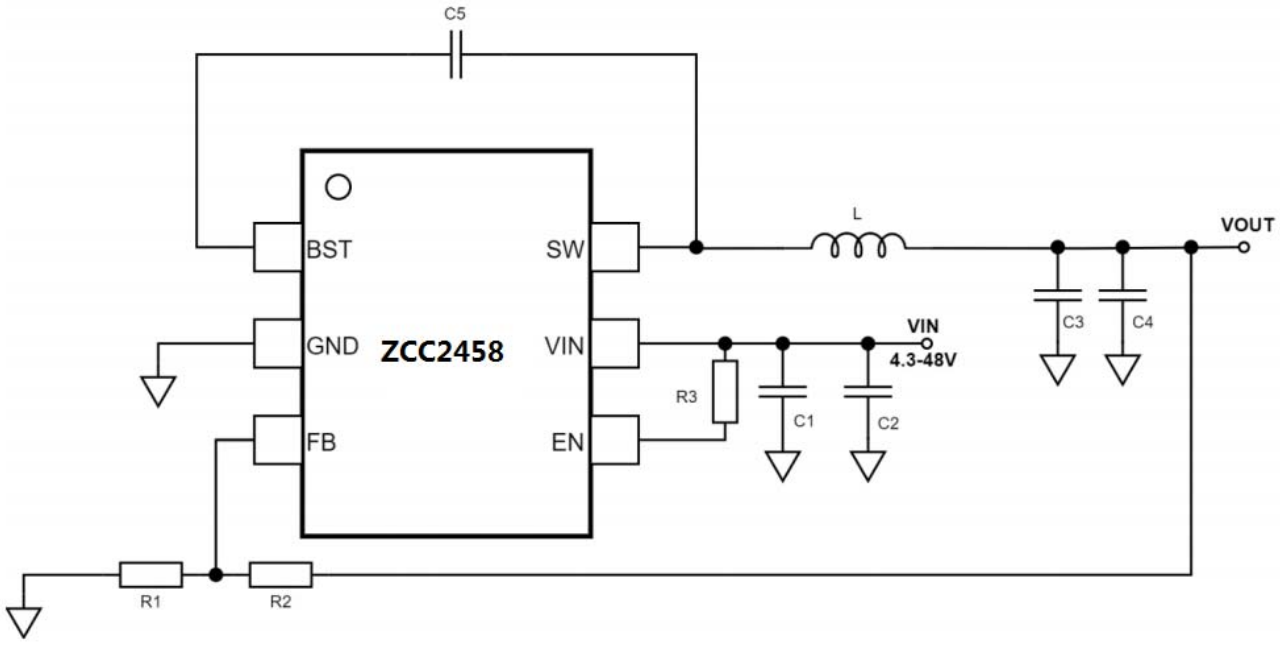


图 5　DC-DC 降压模式典型应用拓扑

NOTE：

(1) 输入电容推荐使用 X7R 或 X5R 的陶瓷电容，并尽量贴近 IC 放置

(2) CBST 请选择耐压 16V 以上的陶瓷电容，并尽量贴近 IC 引脚放置

应用信息：高效率降压开关稳压器

概述

ZCC2458 是内部开关型的同步降压 DC/DC 稳压器，集成了所有的控制器和保护电路，可以极大降低系统面积。具备 SKIP 控制模式，将低纹波与高频率相结合，可在规定负载电流范围内实现超高效率。ZCC2458外置分压网络可设定输出电压，实现宽输入输出范围，以满足广泛的使用需要。附加功能包括：软启动，热关机，UVLO 欠压锁定，最大占空比限制，和智能电流限制关闭定时器。同时具备短路保护功能，在输出短路情况下避免 IC 过热的情况。

输出电压

ZCC2458 的电压调节回路会将 FB 电压调节至与内部参考电压相同，您可以通过改变 R_1 和 R_2 的电阻比例来调节输出电压大小。电阻分压器从输出节点连接到地，中点连接至 FB 引脚。

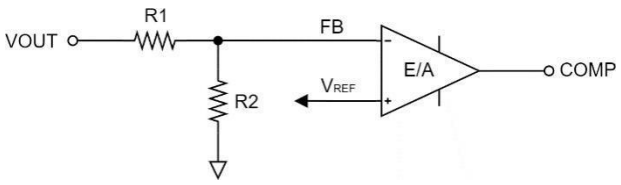


图 6.1 设置输出电压

R_2 可根据以下公式计算：

$$R_2 = \frac{V_{FB}}{V_{OUT} - V_{FB}} \times R_1$$

表 6.1 输出电压配置参考

Vo（V）	R1（kΩ）	R2（kΩ）
3.3	33	10.7
5	56	10.7
12	150	10.7

较大的分压电阻可以减少流过分压网络的电流，提高电压转换效率。但是电阻阻值太大会使反馈回路更容易受噪声影响。建议使用精度±1%或者更好的分压电阻，温度系数 100mmp 或更低，电阻阻值限制在 K 级。

如果 FB 引脚接地或断开，输出电压值会被驱动至输入电压值附近。应注意，此时接在输出的负载可能会损坏。

反馈回路应保持远离 PCB 噪声干扰的地方，详见后文给出的 PCB 布局参考。

CFF 前馈电容

在某些情况下，前馈电容 C_{FF} 可以跨接在 VOUT-FB 的电阻上来增加环路相位裕度，提高负载瞬态响应。

C_{FF} 的引入可以在反馈回路中与反馈电阻形成新的零点(Z_{FF})和极点(P_{FF})，如果将零点置于出现单位增益的频率之前可以增加频率带宽，使得稳压器输出振铃减小并更快稳定，从而提高系统的瞬态响应。

通常 C_{FF} 的选择值越大可以提供更大的带宽，但是过大的 C_{FF} 会造成环路增益带宽频率过高，导致环路不稳定。C_{FF} 的一般值在 22pF~220pF 之间。

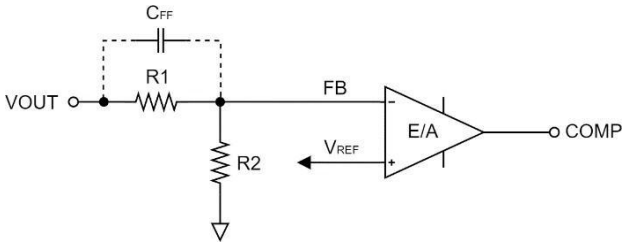


图 6.2 CFF 前置补偿电容

C_{FF} 可根据以下公式估算：

$$C_{FF} = \frac{\sqrt{\frac{V_{FB}}{V_{OUT}}}}{2\pi \times R_1 \times f_c}$$

省电模式(Power Save Mode)

除了连续导通模式（PWM）以外，ZCC2458 还具有省电模式（PFM），该模式通过暂停开关操作来实现，这样可以降低开关损耗，让转换器在轻负载条件下保持较高效率。Skip Comparator 通过比较 I_{SKIP} 和 I_{REF} 来管理和切换 PWM 和 PFM，当前电流需求低于 I_{SKIP} 时，比较器控制暂停切换；当电流需求增加时（V_{OUT} 下降），比较器控制激活电流环路进入 PWM 模式，使 V_{OUT} 上升，此时 I_{REF} 将会下降，当 I_{REF} 低于 I_{SKIP} 时，再次暂停切换。

由于输出电压会不定期地骤降和恢复，因此这种模式下的输出电压纹波大于 PWM 工作模式下的纹波。

自举电容 C_{BST}

ZCC2458 降压驱动器高侧开关驱动电路要求偏置电压高于 VDD，以确保高侧 MOS 管处于开启状态。BST 和 SW 之间的电容 C_{BST} 作为“电荷泵”，将BST 端的电压升高到 SW+VDD（V_{BST-SW}=5V），为 C_{BST} 充电的导通二极管集成在 ZCC2458 的芯片内部，尽可能最小化使用方案的尺寸。

C_{BST} 推荐使用 0.1uF 电容器，耐压值 16V 或更高。

软启动(Soft-Start)

ZCC2458 设置内部软启动。软启动可防止在启动过程中 ZCC2458 降压变换器输出电压超调。 芯片启动时，IC 内部电路会产生一个软启动电压(V_{SS})，该电压从0V 开始上升。当它小于内部参考(V_{REF})时，V_{SS} 代替 V_{REF} 作为误差放大器的参考电压；当 V_{SS} 超过 V_{REF} 时，误差放大器使用 V_{REF} 作为参考电压。

在整个启动阶段，开关电流限制依然有效，避免上电即短路的情形发生。当输出有非常大的电容时（例如 2200uF 甚至更大），输出电压上升速度会比 V_{SS} 慢，受限于最大开关限流，从启动到达到目标电压设定值的时间会大于软起动过程的时间。

EN——IC 使能

EN 引脚的电压控制 ZCC2458 的启动和关闭。当 EN 电压小于 V_{EN_OUT}=1.39V,芯片保持低功耗待机状态，此时的输入电流为 30uA（VIN=24V），当 EN 引脚处电压大于 V_{EN_OUT} 时，IC 进入软启动模式。

在 IC 关闭过程中，EN 引脚电压下降到 V_{EN_OUT}-V_{EN_HYST} 时，ZCC2458 稳压器停止工作，重新进入待机状态。

如无特殊要求，可将 EN 引脚通过一个高阻值电阻连接到 VIN 上，当 VIN 上电时可同时保持使能打开（注：EN 引脚耐压值为 6V），请不要将 EN 引脚空接。

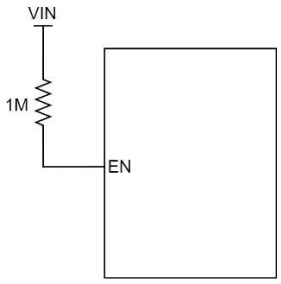


图 6.3 EN 连接参考

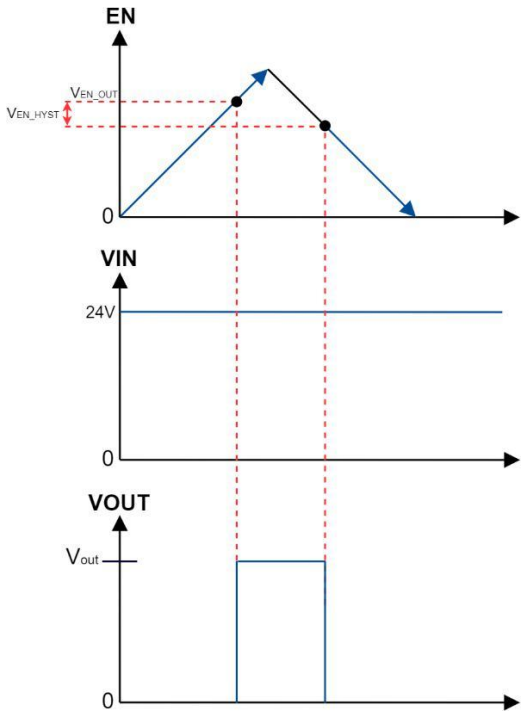


图 6.4 EN 上电掉电表现

最大占空比 D_{MAX}

当输入输出压差很低时，BUCK 切换到最大占空比工作状态，此时，高端 N 沟道 MOSFET 处于常开状态，将关断时间缩至最短。在最大占空比工作条件下，由于输出电压是输入电压值和最大占空比限值的乘积，输出电压会骤降至调节范围以下。

输入欠压保护（VULO）

为了防止芯片在低电压下的误操作，ZCC2458 内部集成一个欠压锁定电路。当 VIN 电压低于低于一定值时，会触发 UVLO 保护机制，关闭稳压器输出。当 V_{IN} 大于 $UVLO_{rising}$ 时会重新启动芯片。UVLO 机制允许 V_{IN} 降低过程中工作在更小电压 $UVLO_{falling}$ 下。

ZCC2458 的 $UVLO_{rising}$=4.3V，$UVLO_{falling}$=4V

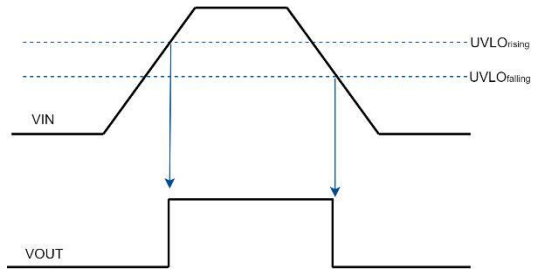


图 6.5 UVLO 上升下降阈值

热关机

当结温开始升至 150 ℃以上时， 热关机（ Thermal Shutdown） 将被激活，系统会强制关闭稳压器输出。当结温降至 130°C 以下时，ZCC2458 将会重新尝试进行软启动。

本器件的保证工作结温范围为-40°C 至 125°C。高结温会降低工作寿命；结温长时间高于 125℃时，器件寿命会缩短。请注意，与这些规格一致的最高环境温度取决于具体工作条件以及电路板布局、额定封装热阻和其他环境因素。

结温(T_J，单位为℃)根据环境温度(T_A，单位为℃)和功耗(P_D 单位为 W)计算，计算公式如下：

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

其中 θ_{JA}(单位为℃/W)为封装热阻。

频率折返保护

ZCC2458 包括一个折返(Foldback)模式，当开关占空比非常大，最小关断时间不被满足时（ZCC2458 的 FB 电压小于 0.28V）将进入折返保护模式，此时开关管以 F_{SW} 的 1/4 倍工作，使得电感电流上升时间大幅降低，电感的放电时间延长。

ZCC2458 通过内部集成 Foldback 模式，可以很好的对芯片进行启动和短路保护，防止输出电流过冲。

当满足最小占空比要求（FB 电压大 0.28 V）时，ZCC2458 将退出折返保护模式，重新进行软启动。

最大电流限制

稳压器输出具备逐周期过流限制功能。当 SW 电流触发 I $_{LIMIT.SW(Peak)}$,BUCK 输出会进入逐周期限流状态。$I_{LIMIT.SW(Peak)}$与电感大小和输入压差相关，$I_{LIMIT.SW(Peak)}$仅为参考最小值。当长时间过流或短路时，将可能触发全局 OTP 保护

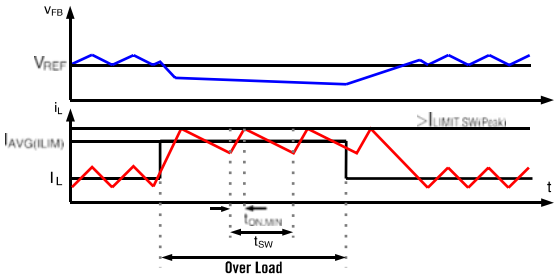


图 6.6 Current Limit

应用信息：参考布局举例

概述

ZCC2458 的高集成度使 PCB 板布局非常简单和容易。较差的布局会影响 ZCC2458 的性能，造成电磁干扰(EMI)、电磁兼容性(EMC)差、地跳以及电压损耗，进而影响稳压调节和稳定性。为了优化其电气和热性能，应运用下列规则来实现良好的 PCB 布局布线，确保最佳性能：

- 必须将高频陶瓷输入电容 CIN 尽量近距离放在 VIN(PIN5)、GND(PIN2)引脚旁边，以尽量降低高频噪声。
- 对高电流路径应使用较大 PCB 覆铜区域，包括 GND 引脚(PIN2)。这有助于最大限度地减少 PCB 传导损耗和热应力。
- 应考虑整流二极管的导通损耗，所造成的热晕传导给芯片。可将二极管放置远离芯片，或合理设计热岛
- 为使过孔传导损耗最小并降低模块热应力，应使用多个过孔来实现顶层和其他电源层或地层之间的互连。
- 应考虑电感所产生的 ACR 和 DCR 损耗，所造成的热量传导给芯片。可酌情将电感放置稍远或合理设计热岛。
- FB 引脚阻抗较高，引线轨迹应尽量短并且远离高噪声 SW 节点或屏蔽起来。

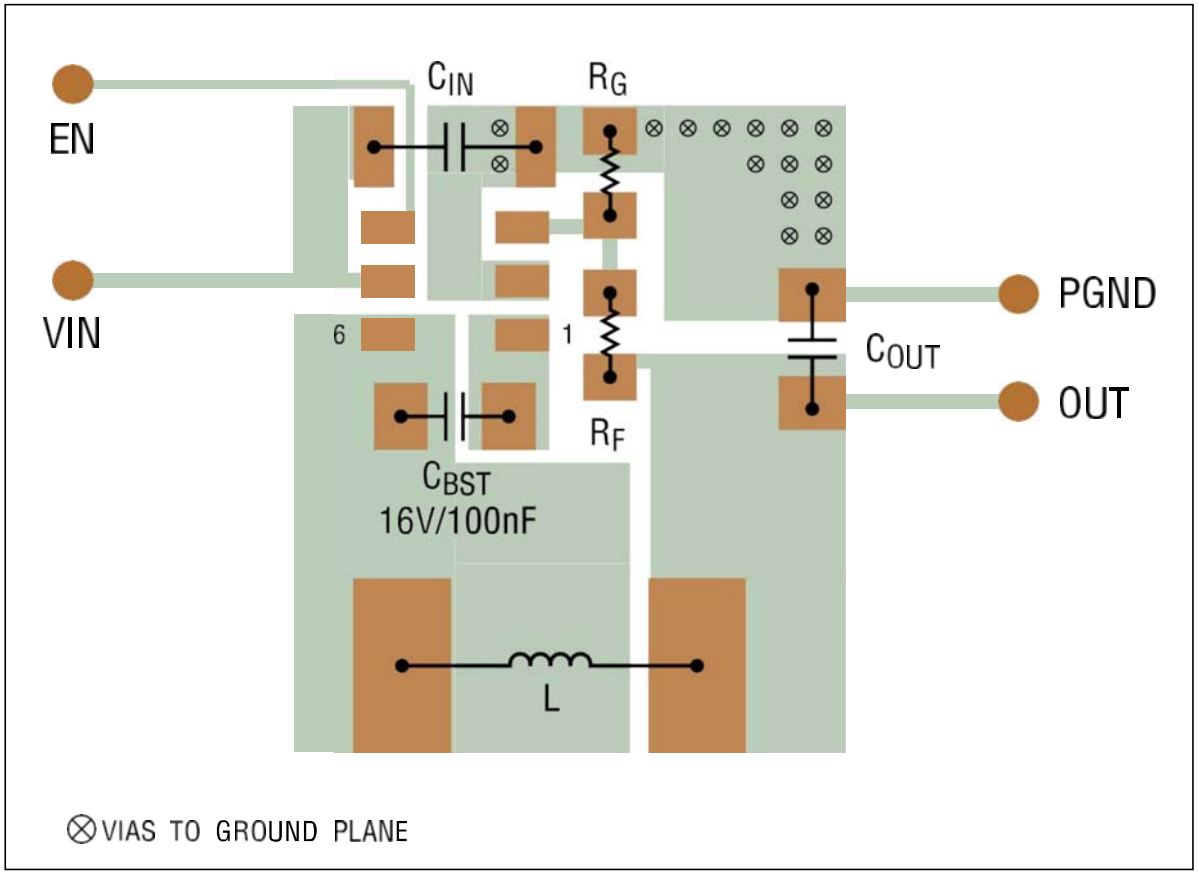
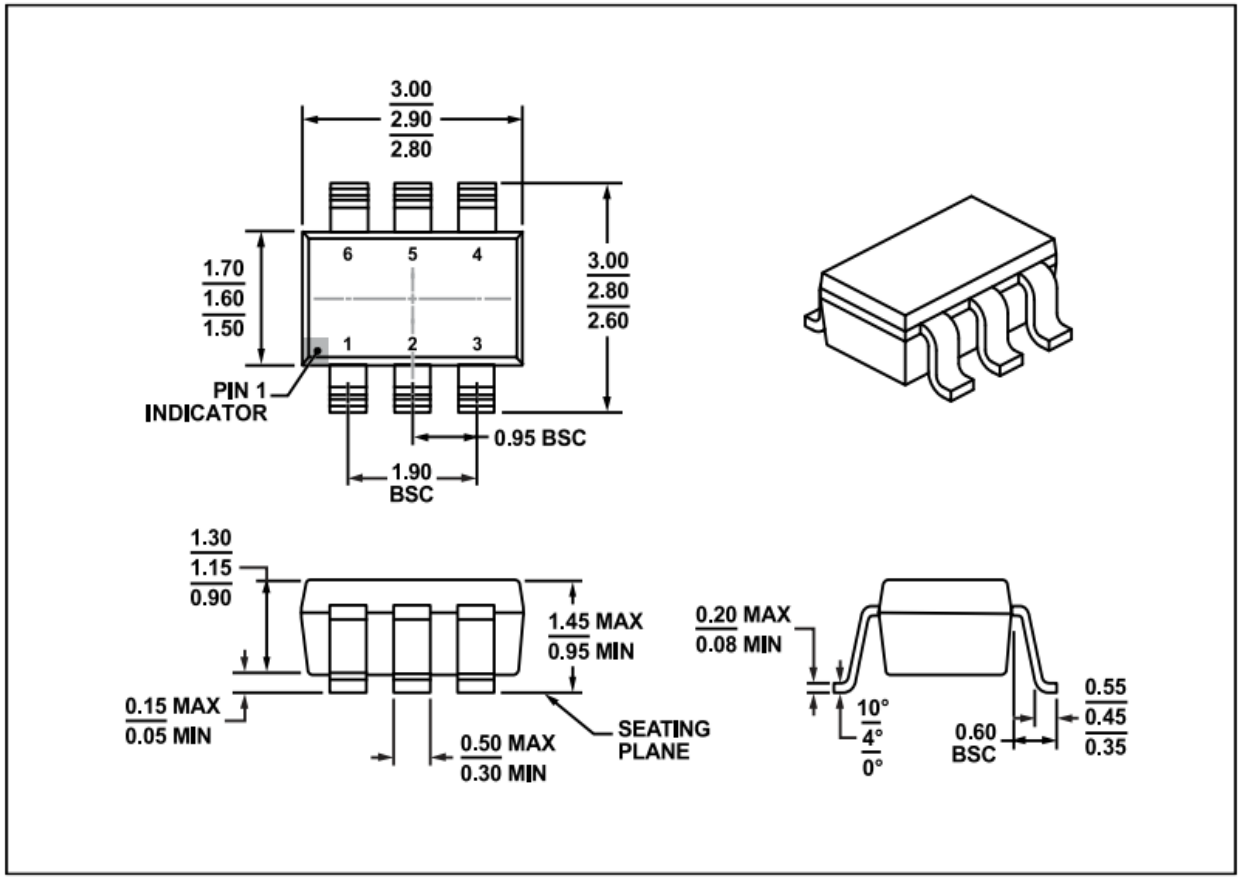


图 7 电路推荐 PCB 布局举例

封装外形描述

1.45mm 高度 6 引脚 SOT-23 塑封 SOIC



注：

(1) 所有的数据单位都是毫米，括号内的任何尺寸仅供参考。尺寸和公差符合 ASME Y14.5M.

(2) 本图如有更改，恕不另行通知。

(3) 此尺寸不包括塑模毛边，突起，或水口毛刺。塑模每侧的毛边或突起不超过 0.15 毫米。

(4) 此尺寸不包括塑模毛边，塑模每侧的毛边或突起不超过 0.25 毫米。

重要声明和免责声明

ZCC-CHINA 均以“原样”提供技术性及可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 ZCC-CHINA 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 ZCC-CHINA 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。ZCC-CHINA 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及

产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 ZCC-CHINA 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等， ZCC-CHINA 对此概不负责， 并且您须赔偿由此对及其代表造成的损害。

ZCC-CHINA 所提供产品均受 ZCC-CHINA 的销售条款以及 www. zcc-china .cn 上或随附 ZCC-CHINA 产品提供的其他可适用条款的约束。ZCC-CHINA 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 ZCC-CHINA 针对 ZCC-CHINA 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄深圳地址：深圳市固戍航城大道塘东光电大厦3A04

Copyright © 2021无锡市至诚微电子有限公司

无锡市至诚微电子
www.zcc-china.cn